

Van *Belgica* tot *Princess Elisabeth* station.

Belgisch wetenschappelijk onderzoek met betrekking tot Antarctica

Hugo Declair

In februari 2009 wist België de wereld te verbazen door de inhuldiging van het nieuwe onderzoeksstation *Princess Elisabeth* in Antarctica, dat opviel door zijn gedurfd concept op het gebied van impact op het milieu. Vijftig jaar daarvoor nam België met de oprichting van de toenmalige Koning Boudewijn basis als twaalfde land deel aan een grootschalig geofysisch onderzoeksprogramma, waardoor het een van de trekkers werd van het Antarctisch Verdrag. In 1898 overwinterde Adrien de Gerlache aan boord van de *Belgica* als eerste in het Antarctische pakijs. En in de 16de eeuw waren het Vlaamse cartografen die een nieuw globaal wereldbeeld creëerden met onder meer een gedurfde voorstelling van het Zuidelijk continent. België heeft blijkbaar iets met het meest zuidelijk werelddeel, waarbij wetenschappelijk onderzoek als een rode draad doorheen deze vijf eeuwen durende betrokkenheid loopt.

Terra Australis Nondum Cognita

Lang voordat de mens een voet zette op Antarctica hebben (natuur)filosofen en geografen gespeculeerd over het bestaan en de rol van een continent aan de onderkant van de wereld. Voor de volgelingen van Pythagoras (6^{de} eeuw vóór Christus) moest – omwille van de eis van symmetrie – de aarde een bol zijn, waaruit logischerwijs een discussie volgde over het bestaan van de *antipodes* of tegenvoeters (ἀντιποδες). Een ander gevolg van de bolvorm van de aarde was een al maar meer schuine stand (κλίμα) van de zonnestralen (1) naarmate men zich van de keerkring verwijderde richting geografische pool (2). Niet alleen leverde dit fenomeen een middel op om de ligging van een plaats op de bolvormige aarde vast te leggen, maar het liet ook toe aan Parmenides, één van de volgelingen van Pythagoras, de aarde op te delen in zogenaamde klimaatzones (κλίματα) (3). Dit inzicht was een

Mappa mundi van Macrobius (5^{de} eeuw) met verdeling van de aarde in vijf klimaatzones: *frigida* (noord en zuid), *temperata* (noord en zuid) en *perusta* (verschroeide zone in plaats van torrida). Het Zuidelijk Continent is gescheiden van de bewoonde wereld door het Oceanisch Bekken (Aleus Oceani)



merkwaardige vooruitgang in onze kennis hoe het systeem aarde functioneert (4). Met de keuze van de poolcirkels en keerkringen als grenscirkels van de climata verdeelde Aristoteles (4^{de} eeuw vóór Christus) de aarde in vijf klimaatzones: een *zona frigida* en een *zona temperata* in iedere hemisfeer en een *zona torrida* gecentreerd op de evenaar. In de Oudheid beschikte men bijgevolg over een vrij correct beeld van het systeem aarde van evenaar tot pool. Toch beperkte de cartografie zich meestal tot het in kaart brengen van de bewoonde wereld of *oikumene* (οἰκουμένη).

Bezorgd om een evenwichtige verdeling van de landmassa's over de aardbol en op aangeven van zeevaarders die wezen op een mogelijkheid dat de Indische Oceaan (Zee van Erytra) een gesloten bekken vormde, postuleerde Ptolemeus in de 2^{de} eeuw na Christus, in navolging van Hipparchus, een nog onbekend continent (*terra australis incognita*) als sluitstuk van die oceaan in zuidelijke richting. Hiermee was een mythe geboren, deze van een onbekend en daardoor geheimzinnig *Zuydtland*, dat door de autoriteit van Ptolemeus – als vader van de cartografie en geografie – gedurende meer dan vijftien eeuwen zou stand houden. Samen met de heropleving van de antieke cultuur en van de geografie van Ptolemeus, suggereerden cartografen op basis van rapporten van vooral Spaanse en Portugese zeevaarders uit de 15^{de} en 16^{de} eeuw een vrij gedetailleerde kustlijn van dit in feite nog steeds hypothetische zuidelijke continent (5), dat weliswaar de Indische Oceaan niet meer afslot maar nu wel de gehele zuidelijke oceaan omsloot. Dankzij onder meer de wetenschappelijke methoden geïntroduceerd door Gerard Mercator (1512-1594) werd een nieuw wereldbeeld gecreëerd dat door het immense succes van de atlas van



Abraham Ortelius (1527-1598), het *Theatrum Orbis Terrarum*, wereldwijd en in vele talen werd verspreid. Op deze beroemde ovale wereldkaart (6) is een onbekend *Zuydtland* te zien dat met zijn noordelijke uitlopers tot voorbij de Steenbokskeerkring een oppervlak inneemt dat zes keer zo groot is als in werkelijkheid, maar op die manier land en zee meer evenwichtig over de aardbol verdeelde.

In tegenstelling tot het denken in de middeleeuwen was dit een cartografisch wereldbeeld dat niet gedictieerd werd door mythische of godsdienstige beschouwingen maar wel in overeenstemming was met wat men meende empirisch te hebben waargenomen en dat bovendien voldeed aan een aantal (al of niet relevante) fysische wetmatigheden zoals bolvorm, klimaat en zwaartepunt. Het succes van de Vlaamse cartografie was een gevolg van het gebruik van een wetenschappelijke methode. Deze

Oikumene voorstelling van Ptolemaeus (2^{de} eeuw) met afgesloten Indische Oceaan door *Terra Australis Incognita*

De beroemde ovale kaart van Abraham Ortelius met vermelding van het onbekende Zuydtland
(*Terra Australis Nondum Cognita*)



wetenschappelijke aanpak zal ook alle volgende inspanningen van onze landgenoten met betrekking tot Antarctica kenmerken.

Terra Australis Cognita

De transformatie van het *Terra Australis Nondum Cognita* naar het *Terra Australis Cognita* of Antarctica zou meer dan twee eeuwen in beslag nemen en was aanvankelijk een zeer langzaam proces waarbij het reusachtige Zuydtland als een ui van buiten naar binnen afgepeld werd en verkleind door zeevaarders die op steeds hogere breedte gingen opereren. Engelsen zoals Francis Drake en vooral Hollanders waaronder Dirck Gheritz, Willem Cornelis Schouten, Jacob Le Maire, Abel Tasman namen daarbij steeds meer de rol over van de zeevaarders uit het Iberisch Schiereiland. Ook de Fransen gingen in de 18^{de} eeuw zeer gericht op zoek naar een zuidelijk continent en ontdekten zo een aantal – weliswaar weinig paradijselijke – peri-Antarctische eilanden. De finale ontluistering van *Terra Australis* kwam er toen de Engelse zeevaarder James Cook, uitgezonden door de Britse Marine, tijdens drie reizen (van 1768 tot 1779) zowat de halve (zee)wereld in kaart bracht en op zijn tweede reis drie maal de poolcirkel overschreed, eenmaal zelfs voorbij 71° zuiderbreedte, zonder het hypothetische continent te aanschouwen, dat hierdoor gereduceerd werd tot zijn ware grootte en ware aard: *The greatest part of this southern continent (supposing there is one) must lie within the polar circle, where the sea is so pestered with ice that the land is thereby inaccessible. The risque one runs in exploring*

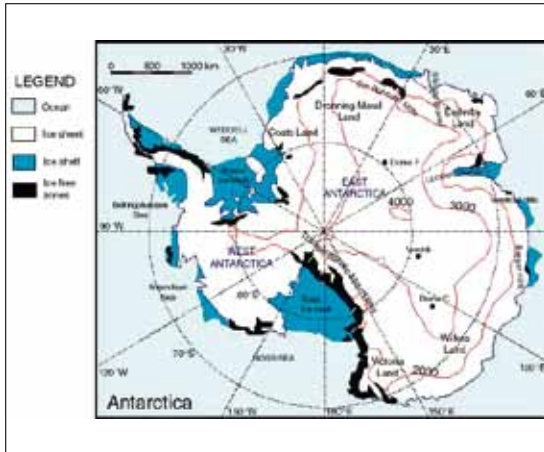
a coast, in these unknown and icy seas, is so very great, that I can be bold enough to say that no man will ever venture farther than I have done; and that the lands which may lie to the South will never be explored... a country doomed by Nature never once to feel the warmth of the sun's rays, but to lie buried in everlasting snow and ice (7).

Het gevolg van de ‘negatieve ontdekking’ van Cook was dat Engeland en de westerse mogendheden hun inspanningen zouden heroriënteren naar de exploratie van het noorden (8). Hun plaats zou de eerstvolgende jaren ingenomen worden door robbenjagers en walvisvaarders, die aangetrokken waren door de rapporten van Cook met betrekking tot de rijkdom aan zeezoogdieren van de koude zuidelijke wateren. Terwijl vooral Amerikaanse en Engelse vissers en jagers de grenzen van het Antarctisch Schiereiland met mondjesmaat in kaart brachten, aanschouwde von Bellingshausen, uitgezonden door tsaar Alexander I, waarschijnlijk als eerste in 1820 de met ijs bedekte kust van Oost Antarctica.

De wetenschap organiseert zich

Halfweg de 19^{de} eeuw groeide de interesse van de grote zeevaartmogendheden voor Antarctica. Nu het probleem van de bepaling van de lengtegraad op zee opgelost was door de uitvinding van de chronometer, vormde de kennis van het magnetisch veld de grootste uitdaging voor nauwkeurige navigatie, en meer in het bijzonder de juiste lokalisatie van de magnetische polen. Bovendien zocht

Algemene fysiografie van Antarctica



men een bevestiging voor het theoretisch model van het geomagnetisch veld zoals ontwikkeld door de wiskundige Carl Friedrich Gauss.

De exacte wetenschap deed op deze manier voor het eerst zijn intrede in het poolonderzoek. Toch was het voorlopig vooral de geografische exploratie die baat vond bij de drie belangrijke expedities die op zoektocht naar de magnetische Zuidpool uitgezonden werden in de periode 1837-1843: de Franse expeditie van Dumont d'Urville, de Amerikaanse expeditie van Charles Wilkes en de Engelse expeditie van James Clark Ross. De contouren van een Antarctisch continent werden verder uitgetekend vooral door de nauwkeurige waarnemingen van Ross, die ook diep naar het Zuiden zou doordringen en dit tot op een recordbreedte van $78^{\circ} 04' Z$, waar hij gestopt werd door de naar hem genoemde Ross ice shelf.



Ondertussen stond ook de exploratie van het Noorden niet stil. De Oostenrijker Carl Weyprecht, co-leider van de Oostenrijk-Hongaarse expeditie die Franz Josef Land ontdekte, betreurde daarbij de nationalistische ingesteldheid van de betrokken landen. Hij brak een lans voor internationaal gecoördineerd onderzoek in de Poolstreken. Deze zo noodzakelijke synoptische waarnemingen kwamen er in 1882-83 met het eerste *International Polar Year* (IPY), maar bleven in hoofdzaak beperkt tot Arctica. Elf landen richtten toen 12 stations op verspreid langs de kust van de Arctische oceaan voor systematische waarnemingen tijdens winter en zomer, van zowel het klimaat als het magnetisch veld en het poollicht. Met slechts 2 stations op re-

latief hoge zuidelijke breedte, één op Kaap Hoorn en één op Zuid Georgië, bleef Antarctica evenwel volledig buiten beschouwing. Het is dan ook niet verwonderlijk dat op de Internationale Geografische Congressen (9) de poolstreken, en Antarctica in het bijzonder, telkens opnieuw aangewezen werden als dringend te exploreren regio's.

De Belgica Expeditie (1897-1899)

De aankondiging in 1892 dat een jonge Belgische marineofficier, Adrien de Gerlache, een wetenschappelijke expeditie naar Antarctica plande, kwam als een complete verrassing (10). België had helemaal geen maritieme of pooltraditie. Wel was de industriële revolutie hier vroeger op gang geko-

Wetenschappelijk onderzoek
tijdens de expeditie van de
Belgica in 1898
(archief familie De Gerlache)

men dan elders op het continent. Het jonge België kende een bloei op het gebied van wetenschap en industrie en er heerste een sfeer van expansionisme. In het zog van deze beweging vond de Gerlache gretig gehoor bij vooraanstaande industriëlen zoals Solvay, ondernemers zoals Osterrieth en academici zoals Charles Lagrange (Brussel), Edouard Van Beneden (Luik), Paul Pelseneer (Gent) en Alphonse Renard (Gent). Deze laatste twee waren niet alleen toonaangevende wetenschappers maar ook voorvechters in de strijd voor de aanvaarding van de evolutietheorie. Het is in dit milieu dat de Gerlache de juiste voedingsbodem vond voor zijn baanbrekende ideeën over een zuiver wetenschappelijke expeditie. Zijn onmiddellijke voorgangers uit de jaren 1870-1890 waren immers walvisvaarders en zeehondenjagers. Zijn verre voorbeeld was wellicht zijn landgenoot Gerard Mercator die de wereld een wetenschappelijk verantwoord nieuw wereldbeeld verschaftte.

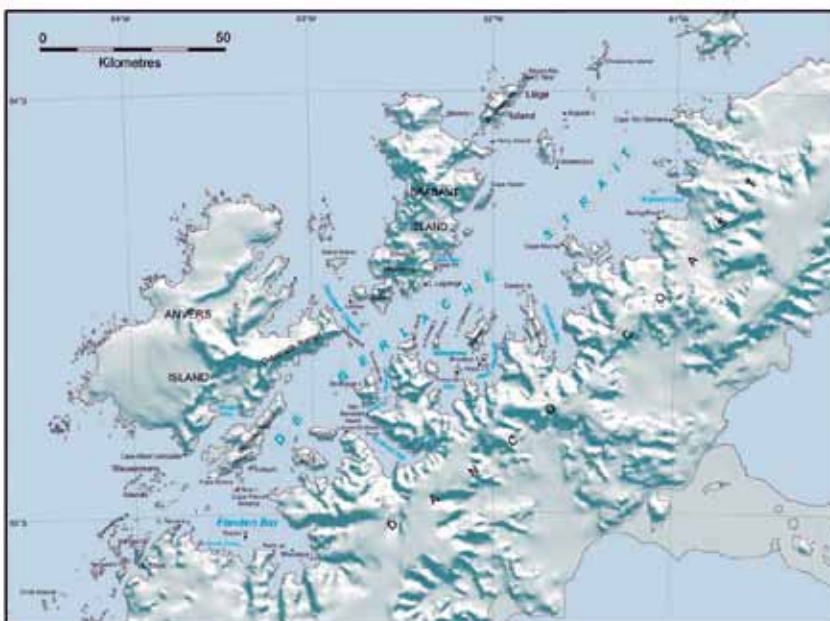
De expeditie vertrok vanuit Antwerpen in 1897 aan boord van de Belgica en zou de eerste zijn die het aandurfde te overwinteren ten zuiden van de Antarctische cirkel, in het pakijns van de Bellingshausen Zee. De resultaten van deze eerste wetenschappelijke expeditie hadden betrekking op het brede gamma van de natuurwetenschappen: oceanografie, biologie, geologie, glaciologie, kli-

matologie en geografie). Een getuige hiervan zijn de indrukwekkende serie boekdelen *Résultats du Voyage de la Belgica, Rapports Scientifiques*, uitgegeven door de Koninklijke Academie van België. De originaliteit van deze expeditie was niet alleen de wetenschappelijke aanpak, maar ook de internationale bemanning en wetenschappelijke staf. Deze laatste bestond uit de Belgen G. Lecointe (geodesie en cartografie) en E. Danco (geomagnetisme), de Amerikaan F. Cook (menselijke fysiologie en ethnografie), de Polen H. Arctowski (meteorologie, geologie en glaciologie) en A. Dobrowolski (meteorologie) en de Roemeen E. Racovitza (biologie).

De meest spraakmakende wetenschappelijke resultaten waren natuurlijk deze die een rechtstreeks gevolg waren van de beslissing tot overwintering, met name de tijdreeksen voor temperatuur, luchtdruk en andere meteorologische parameters die voor het eerst betrekking hadden op een volledige jaarcyclus, inclusief dus de poolwinter. Deze tijdreeksen konden dan ook vergeleken worden met de waarnemingen uitgevoerd tijdens het eerste internationaal pooljaar (1882-83) in het Arctische gebied. Opvallend waren niet zozeer de lage wintertemperaturen die gemeten werden op de Belgica (ze zijn volkomen vergelijkbaar met deze van Arctica), maar eerder de koude zomertemperaturen (ze stijgen zelden boven nul graden), die het bestaan van een polaire continentale anticycloon verraadden. Arctowski toonde aan hoe de Belgica tijdens de zomer onder invloed stond van deze anticycloon, maar in de overgangsseizoenen in de greep kwam van de circumpolaire westenwind zone (11). Dit verband, voor het eerst onderkend door de Poolse meteoroloog op de Belgica, tussen de temperatuur in Antarctica en de ligging en intensiteit van de circumpolaire westenwind gordel vormt vandaag een van de elementen voor de verklaring van de recente en merkwaardige opwarming van het Antarctisch schiereiland (12).

De geografische ontdekkingen van de Belgica, vooraleer het schip zich vast vror in het pakijns van de Bellingshausen Zee, liggen aan de basis van een tweede luik van baanbrekend onderzoek: vooreerst de ontdekking van de Gerlache Straat en de cartografie ervan door Lecointe. De kaart

Kaart van de Straat van de Gerlache met alle Belgische toponiemen
(bron: 'België en Antarctica', Federaal Wetenschapsbeleid, 2008)



De vleugelloze mug *Belgica Antarctica*



opgemaakt door de eerste stuurman van de Belgica heeft de geografie van dit gedeelte van het schiereiland fundamenteel gewijzigd en de bestaande kaarten ervan naar de prullenmand verwezen (13). Vervolgens zijn er de systematische uitgevoerde waarnemingen en staalnames uitgevoerd tijdens de twintig landingen op de eilanden en het vasteland aan weerszijden van de Gerlache Straat die gemaakt hebben dat de Belgica expeditie terecht aanzien wordt als de eerste wetenschappelijke expeditie naar Antarctica (14). Op basis hiervan kon de Poolse meteoroloog en geoloog een coherent beeld opmaken van de fysische geografie van het schiereiland (15). Zo concludeerde hij uit het voorkomen van gepolijste bultrotsen (*roches moutonnées*) en de samenstelling van de morenen in de Gerlache Straat tot een significante gletsjeruitbreiding tijdens een vroegere ijstijd, waarbij een indrukwekkende *ice stream* het kanaal opvulde en het ijs, afkomstig van een alles bedekkende ijskap, afvoerde.

De twintig landingen lieten Racovitza, de Roemeense bioloog van de Belgica, toe voor de eerste keer in de geschiedenis het bestaan te rapporteren van landdieren op Antarctica zoals mijten en springstaarten, waaronder een aantal nieuwe soorten, en een vleugelloze mug *Belgica Antarctica*, met zijn 2-6 mm lengte het grootste endemische landdier in heel Antarctica. Even schraal – maar even boeiend door de aanpassing aan de extreme omstandigheden – bleek de flora: naast korstmossen op de steilere en zonnige flanken en mossen in de vochtigere gleuven en spleten, trof men er één van de twee enige soorten bloeiplanten op Antarctica aan, *Deschampsia Antarctica*, een kleine grassoort.

Een rijkere biodiversiteit stelde Racovitza vast in het microscopisch leven dat voorkwam in de vele smeltwaterpoelen (16).

Van hoge kwaliteit en innoverend waren eveneens de bathymetrische metingen uitgevoerd aan boord van de Belgica (17). De metingen uitgevoerd tussen Staten Eiland en het Schiereiland toonden aan dat de bergketen van het Antarctisch Schiereiland geen rechtstreekse verlenging is van de Andesketen, maar een voortzetting via een eilandenboog (de *Scotia Arc*), waarvan Zuid Georgië, de Zuid Sandwich eilanden en de Zuid Orkney eilanden deel uitmaken. De bathymetrische metingen uitgevoerd in het pakij van de Bellingshausen Zee, tijdens de drift van de Belgica in de winter, leverden samen met het voorkomen van terrestrische sedimenten het bewijs voor de aanwezigheid van een continentaal platform, en dus het bestaan van een continent verder naar het zuiden, waarvan men vermoedde dat het wel eens in verbinding kon staan met het continentaal plat ontdekt door Ross in Victoria Land (18).

Tevens stelde Arctowski vast dat dat de rand van het continentaal plat in Antarctica zich op een veel grotere diepte bevindt (500 m) dan elders ter wereld (200 m) en dit tengevolge van de isostatische compensatie door het gewicht van de ijskap. Deze bathymetrische metingen werden uitgevoerd via een gat in het ijs, wat toeliet ook stalen te nemen van de bodemsedimenten en van het zeewater op verschillende diepten, evenals te vissen naar fauna en flora. Het zoeken naar de geschikte apparatuur hiervoor met sleepnetten of lijn met zwabbers was een van de belangrijke bijdragen van de Noorse tweede stuurman Roald Amundsen (19) tot het wetenschappelijk succes van deze expeditie. Slechts 3 exemplaren vissen werden bovengehaald, nieuwe soorten weliswaar, maar wel behorend tot de meest voorkomende familie in de abyssale Antarctische wateren (*Nototheniidae*). Veel talrijker daarentegen waren de mollusken en andere levensvormen uit de benthos van het continentaal plat die opvallend veel gelijkenis vertoonden met de fauna uit de abyssale gebieden elders ter wereld. Gedurende meer dan 100 jaar zouden deze toch vrij uitgebreide waarnemingen in het pakij van de Bellingshausen Zee uniek blijven (20).

Het Heroisch Tijdvak

De golf van expedities als reactie op de oproep van het Geografisch Congres van 1895 wordt het heroisch tijdvak genoemd (21). Het begon met de expeditie van Adrien de Gerlache (22), culmineerde in het jaar 1911 met het bereiken van de geografische Zuidpool door de Noor Roald Amundsen, tweede stuurman van de Belgica, en eindigde met het uitbreken van de Eerste Wereldoorlog. Een aantal expedities uit deze periode, zoals deze van Nordenskjöld (1901-1903) aan boord van de *Antarctic* en deze van Charcot aan boord van de *Français* (1903-1905) en van de *Pourquoi-Pas?* (1908-1910) opereerden in het zog van de Belgica, waren relatief kleinschalig en droegen de wetenschap hoog in het vaandel. Zij droegen bij tot een betere kennis van fauna, flora en geografie van de gebieden rondom het Schiereiland. Andere expedities concentreerden zich eerder op het bereiken van de Zuidpool zelf, hoewel wetenschappelijk onderzoek bij de meeste ook prominent aanwezig was (23). Vooral de *Discovery* expeditie (1901-1904) van Scott, de *Nimrod* expeditie (1907-1909) van Shackleton, de *Fram* expeditie (1910-1912) van Amundsen en tenslotte de fatale *Terra Nova* expeditie (1910-1913)

waarbij Scott en zijn vier medereizigers op de terugweg van de geografische Zuidpool zouden omkomen. Ze maakten allen gebruik van de diepe toegang tot het hart van Antarctica via de Ross Zee inham en de aanpalende Ross ijsplaat.

Nieuwe kustgedeelten van Antarctica werden voor het eerst bezocht en dit dankzij de afspraken die gemaakt werden op de geografische congressen. Tenslotte was er de eerste poging, ondernomen door Ernest Shackleton, om Antarctica diagonaal over te steken, vertrekkend vanuit de Weddell zee via de geografische Zuidpool naar de Ross zee. Een onderneming die volledig mislukte omdat zijn schip *Endurance* nabij de kust van *Coats Land* vastvroor en meegesleurd werd in die reusachtige vortex van pakijs in de Weddell zee. Uiteindelijk zou het schip zinken en de verdere odyssee van Shackleton, vergezeld van 27 man en met drie reddingssloepen, eerst over het pakijs nadien roeiend en zeilend over één van de ruwste zeeën tot *Elephant Island* om tenslotte Zuid Georgië te bereiken, wordt algemeen aanzien als één van de merkwaardigste heldensagen uit dit heroisch tijdvak. Amundsen, Scott, Shackleton, Mawson en collega's, die op deze manier gedurende bijna twee de-

De Straat van de Gerlache met Gentoo Pinguins op de voorgrond
(foto H. Declair)



cennia de geografie van Antarctica beetje bij beetje ontsluitte, hadden daarbij af te rekenen met een formidabele vijand: de oneindige verlatenheid, een door de wind geteisterde hoogvlakte, gekenmerkt door de laagste temperaturen op aarde. Antarctica bleek in de eerste plaats een continent voor helden en avonturiers, die gekoesterd werden in het licht van de nationalistische belangen. Antarctica's ware aard, betekenis en zelfs uitzicht bleven bij dit alles grotendeels onbekend.

Modern Time

De Eerste Wereldoorlog vormde ook in de geschiedenis van de exploratie van Antarctica een belangrijk scharnierpunt. Terwijl de landen die aan de Grote Oorlog deelgenomen hadden hun wonden likten, bereidden de Verenigde Staten zich voor op een dominante rol in Antarctica. Zij deden dat door de introductie van moderne technologie zoals radiocommunicatie, sneeuwtractoren, ijsbrekers en vliegtuigen. Het liet hen toe operaties uit te voeren in *Marie Byrd Land*, een deel van Antarctica dat tot dan onbereikbaar bleek voor schepen. Spilfiguur was een Amerikaanse marineofficier Richard Byrd die over een periode van twintig jaar een vier-tal expeditie organiseerde, die het concept en de technologie van Antarctische expeditie totaal wijzigden (24). Centrum van de operaties was telkens de Zuidpoolbasis *Little America*, gelegen niet ver van de kust op de Ross ijsplaat, nabij de Walvisbaai (25). *Little America* kan dan ook met enig recht aanspraak maken op de eerste vaste onderzoeksbasis op Antarctica zelf.

Geopolitiek, alhoewel sinds het begin van de exploratie van Antarctica latent aanwezig, begon nu daadwerkelijk een rol te spelen. In 1908 reeds stichtte Groot-Brittannië de *Falkland Islands Dependencies* (FID) en eiste de soevereiniteit op over de Zuid-Orkney, Zuid-Georgië en Zuid-Shetland Eilanden alsmede over het Schiereiland dat zij *Graham Land* noemden (26). Vanaf 1920 voerde de Britse regering een politiek die moest leiden tot een geleidelijke annexatie van geheel Antarctica (27). Zo eisten zij in 1923 naast de FID ook de *Ross Dependency sector* op, zij het onder administratie van Nieuw-Zeeland (28), terwijl tien jaar later Australië de *Australian Antarctic Territory* (AAT) opeiste met als gevolg dat het Britse Gemenebest na 1933 aanspraak kon maken op meer dan de helft van Antarctica (29). Als reactie op de Britse politiek eiste Frankrijk *Adélie Land* op in 1924 (30), terwijl onder leiding van Lars Christensen ook Noorwegen zich in het politiek debat mengde op basis van een indrukwekkende reeks van negen expeditie, wier activiteiten het midden hielden tussen pelagische walvisvangst en exploratie (31).

Ook het Duitse Rijk onder Adolf Hitler wenste zijn belangen in de strategische walvisolie te consolideren en zond een expeditie uit in 1938-39 die de kuststrook over een breedte van enkele honderden kilometers tussen 20° West en 45° Oost verkende met vliegtuigen. De Noren, op de hoogte van de Duitse plannen, zouden echter enkele dagen voor de Duitse vluchten een aanvang namen, dit gebied dat de Duitsers *Neu-Schwabenland* noemden, voor zich opeisen onder de naam *Dronning Maud Land*.

Het Internationaal Geofysisch Jaar 1957-1958

In tegenstelling tot de Eerste Wereldoorlog betekende de Tweede Wereldoorlog en vooral de jaren die er onmiddellijk op volgden geen dieptepunt in activiteiten met betrekking tot Antarctica. Nog tijdens de Tweede Wereldoorlog organiseerde de *Royal Navy* van Engeland de geheime operatie *Tabarin* waarbij (relatief kleine) basissen opgetrokken werden met permanente bemanning rondom het Antarctisch Schiereiland voor meteorologische waarnemingen en territoriale administratie uit vrees voor Duitse en vooral Zuid-Amerikaanse inmenging (32). Het einde van de oorlog bracht zelfs een golf van expeditie teweeg voor een deel ten gevolge van de ruime aanwezigheid van terreinmensen met ervaring (militairen) en logistieke middelen maar ook door het besef van de toenemende strategische waarde van de poolstreken. Zo leidden de activiteiten van de operatie *Tabarin* tot de *Falkland Island Dependencies Survey* (FIDS) die later in 1962 zou uitgroeien tot de *British Antarctic Survey* (BAS). Op haar beurt leidden deze Britse initiatieven tot een verhoogde Chileense en Argentijnse aanwezigheid rondom het Schiereiland.

Maar de belangrijkste bijdrage kwam van de Verenigde Staten die met *Operation Highjump* (1946-47) nadrukkelijk hun aanwezigheid in Antarctica demonstreerden. Het bestond uit een armada van 13 schepen waaronder een ijsbreker, een vliegdekschip en zelfs een onderzeeër, 23 vliegtuigen en 4700 manschappen met als voornaamste doel het testen van kledij, voertuigen, en instrumenten ontwikkeld in polaire omstandigheden tijdens de Tweede Wereldoorlog. Met luchtfotografische opnamen van praktisch alle sectoren van Antarctica als voornaamste wetenschappelijke bijdrage betekende *Operation Highjump* in de eerste plaats een politiek statement van de Verenigde Staten temidden dit stijgend opbod van aanspraken door individuele naties. De Verenigde Staten contesteerden in principe alle territoriale aanspraken en dit op basis van de Hughes doctrine (1924) die een effectieve bezetting als voorwaarde vooropstelde voor *territorial claims*.

De *Norwegian-British-Swedish Antarctic Expedition* (1949-1952), ook *Maudheim* expeditie genoemd (33), was het wetenschappelijk antwoord op het geopolitieke opbod. De Zweedse glacioloog Hans Ahlmann was, op basis van studie van de lucht-foto's van de Duitse *Schwabenland Expeditie*, van oordeel dat de verdwenen gletsjertongen en het voorkomen van blauw ijs (34) in de randgebergten van Dronning Maud Land de sleutel konden bieden voor de verklaring van de opwarming van de aarde, die men elders in de loop van de eerste helft van de 20^{ste} eeuw had vastgesteld (35).

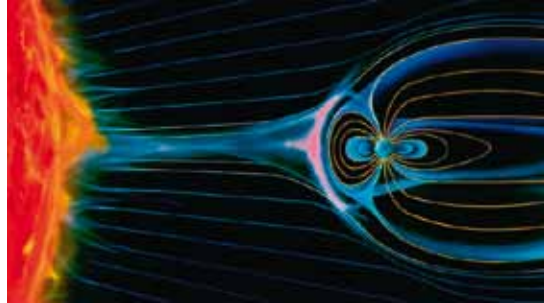
De studie van sneeuw en ijs was op dat ogenblik zeer internationaal gecoördineerd, vandaar deze Britse, Zweedse en Noorse samenwerking terwijl de expeditie onder leiding kwam te staan van de Noren wegens hun soevereiniteit-aanspraken over *Dronning Maud Land*. Voor de eerste keer werden waarnemingen in Antarctica uitgevoerd in functie van een wetenschappelijke hypothese. Deze intelligente aanpak was terug te vinden in alle onderdelen van het wetenschappelijk programma van deze baanbrekende expeditie. Men kan gerust stellen dat de werkmethoden, die in het domein van de aardwetenschappen ontwikkeld werden tijdens deze expeditie, gedurende vele jaren die hierop volgden als standaard zouden gebruikt werden (36). Zo startte Australië in 1954, onder impuls van Phillip Law, die als observator aan de *Maudheim* expeditie deelgenomen had tijdens de zomer 1950-51, als eerste met een permanent bezet wetenschappelijk station in Antarctica (37), waarbij zowel de logistiek als het wetenschappelijk programma geïnspireerd waren op het Noors-Brits-Zweeds model. Hiermee was, tenminste op het gebied van de aardwetenschappen, de toon gezet voor de verdere wetenschappelijke exploratie van Antarctica. De hogergenoemde vijanden van de eerste ontdekkingsreizigers, de extreem lage temperaturen, de uitzonderlijke windsnelheden en de onmetelijke ijsvelden waren nu onderwerp van wetenschappelijk onderzoek geworden.

Ondertussen kwam er ook belangstelling vanuit een geheel andere hoek. De Tweede Wereldoorlog, nog steeds vers in het geheugen, had de macht gedemonstreerd van wetenschap en technologie. Het begrijpen, toepassen en ontwikkelen van bijvoorbeeld kernwapens vereiste een diepgaande kennis van zo wat alles,

gaande van het atoom tot menselijke gezondheid (38). Hetzelfde deed zich voor met de ontwikkeling van de lucht- en ruimtevaart. De er mee gepaard gaande radio communicatie bijvoorbeeld vereiste betere kennis van magnetische stormen, kosmische straling en zonneactiviteit. Centraal hierin stond de studie van de hogere luchtlagen vooral dan in de poolstreken, als vensters op de ruimte. Lloyd Berkner die zelf deelgenomen had aan de *Antarctic Expedition* van Byrd als radio-ingenieur en de Britse geofysicus Sydney Chapman lanceerden daarom in 1950 het idee om een nieuw Internationaal Pool Jaar te organiseren in 1957-1958, op het ogenblik van maximale zonneactiviteit van de 11-jarige zonnecyclus (39). Het idee kreeg vrijwel onmiddellijk de steun van een groot aantal geofysici, waaronder de Belgische aeronoom Marcel Nicolet (40). Be-doeling was de aardbol in zijn geheel als fysisch voorwerp te bestuderen. Het waarnemingsveld diende daarom uitgebreid tot de gehele aarde waar-door het *International Polar Year* tot (IGY) werd uitgebreid. Het secretariaat van het *Comité Spécial de l'Année Géophysique Internationale* (CSAGI), opgericht door het overkoepelende *International Council for Science* (ICSU) bevond zich te Brussel.

Deze globale aanpak vereiste uiteraard de participatie van zoveel mogelijk landen, waaronder ook de Sovjet Unie, dat op dat ogenblik geen lid was van de ICSU. De uitgestoken hand van de westerse mogendheden naar de Sovjet Unie voor deelname in het *International Geophysical Year* (IGY) was zeker niet evident, wanneer men bedenkt dat dit alles geschiedde op het hoogtepunt van de naoorlogse Koude Oorlog. De beslissing tot deelname van de Sovjet Unie in 1955 heeft wel het gehele IGY gebeuren en het Antarctisch onderzoek in het bijzonder in een stroomversnelling gebracht. Het uiteindelijk resultaat was dat in het binnenland van Antarctica, naast de Amerikaanse stations *Amundsen-Scott* (gelegen op de geografische Zuidpool) en *Byrd Station*, door de Russen *Vostok* station (gelegen op de geomagnetische Zuidpool) en de basissen *Sovetskaya* en *Komsomolskaya* opgericht werden voor overwintering. De meeste andere IGY stations lagen aan de kust of in de buurt van het schiereiland. In totaal waren dit ongeveer 65 stations opgericht door 12 landen, waaronder België met de Koning Boudewijn basis.

Het magnetisch dipoolveld van de aarde creëert een holte in het zonneplasma afkomstig van de zon links en wordt samengeperst aan de dagzijde. Het resulteert in een lange staart aan de nachtzijde die afgesneden wordt door de rand van de figuur rechts



De Koning Boudewijn basis: het geofysisch waarnemingsstation

Het was Gaston de Gerlache, zoon van de kapitein van de Belgica, die in 1956 het Belgisch Comité voor het Internationaal Geofysisch Jaar kon overtuigen om met een Belgische expeditie naar Antarctica deel te nemen aan het *International Geophysical Year* (41). Onder zijn leiding werd in december 1957/januari 1958 de Koning Boudewijn basis opgericht op een drijvende ijsplaat gelegen langsheen de *Prinses Ragnhild* kust in *Dronning Maud land*. Dit geofysisch observatorium zou een uitgebreid wetenschappelijk meetprogramma uitvoeren, zoals strikt voorgeschreven door het CSAGI (42). De meetresultaten werden volgens gestandaardiseerde methoden verwerkt en kwamen uiteindelijk terecht in speciaal daarvoor opgerichte internationale datacentra (43). Zo werden de meteorologische gegevens van de Koning Boudewijn basis onmiddellijk doorgeseind naar het Amerikaanse station *Little America*, waar een internationaal team van weersvoorspellers een analyse maakten van het weer op basis van alle synoptische gegevens over Antarctica, samen met de resultaten van de hoogtepeilingen met ballons. Later verhuisde dit analysecentrum naar Melbourne in Australië, waar de data uit Antarctica de centrale kern vormden voor de weersanalyse en prognose van het gehele zuidelijk halfrond. De wetenschappelijke resultaten, die door iedereen konden geraadpleegd worden, lieten toe voor de eerste keer de rol van Antarctica als *energy sink* in het globale klimaatstelsel in te schatten. Op lokaal vlak droegen de waarnemingen bij tot het ontcijferen van de rol van de temperatuurinversies voor het ontstaan van de typische en gevreesde katabatische winden (44) en de uitzonderlijke lage temperaturen in Antarctica (45).

Deze openheid in de wetenschappelijke aanpak lag tevens aan de basis van de *Pax Antarctica* of het Antarctisch Verdrag (*Antarctic Treaty*) dat ondertekend werd in 1959. Dit verdrag is een merkwaardige – en zoals gebleken is succesvolle – politieke constructie gestoeld op de principes van open communicatie van alle activiteiten en van vrije uitwisseling van gegevens en mensen, teneinde Antarctica te beheren zonder beroep te doen op territoriale aanspraken.

Grensverleggend waren ook de nieuwe inzichten die bekomen werden in de fysica van de hogere atmosfeer, de *core business* van het IGY, en dit op basis van de metingen uitgevoerd op het vlak van het geomagnetisme, ionosfeer en aurora onderzoek. Het Internationaal Geofysisch Jaar was immers ook de start van het ruimteonderzoek met de lancering van kunstmatige satellieten eerst door de Russen en later door de Amerikanen. De combinatie van waarnemingen vanuit de ruimte met de systematische metingen in de Poolstreken leverde een totaal nieuw beeld op van het geomagnetisch veld in de ruimte rondom de aarde.

De erfenis van het Internationaal Geofysisch Jaar in Antarctica was dubbel. Enerzijds een enorm verbeterd inzicht in de fysische verschijnselen en anderzijds de realisatie van een netwerk van waarnemingsstations, die dankzij de internationale verstandhouding efficiënt verspreid waren over het hele Antarctische gebied. Het spreekt voor zich dat de twaalf actieve landen de gedane inspanningen wensten te consolideren (46). De meeste landen behielden dan ook hun Antarctische stations na het officiële einde van het IGY.

België was het enige land dat al na drie jaar haar Antarctische activiteiten moest stop zetten. Enerzijds door een gebrek aan een meerjarige beleidsvisie op dit vlak en anderzijds door het weinig succesvol beheer van het coördinerende *Centre National de Recherches Polaires* (CNRP) (47). Desondanks lukte het Gaston de Gerlache toch om de Belgische regering te overtuigen om in 1964 een nieuwe Koning Boudewijn basis op te richten, vlak naast de oude basis. Ditmaal in samenwerking met de Nederlanders en ondersteund door een zeer beperkt logistiek apparaat en secretariaat. Een nieuwe basis was noodzakelijk omdat

de oude basis volledig ingesneeuwd was en ineen deukte onder het gewicht van tonnen sneeuw. Het geofysisch programma werd – de richtlijnen van het IQSY volgend – uitgebreid met metingen van het kosmisch ruis (riometer waarnemingen), micropulsaties van het geomagnetisch veld en ozon waarnemingen. Deze laatste metingen bestonden uit meting van het totale ozongehalte met de *Dobson spectrofotometer* en van het verloop van de hoeveelheid ozon met de hoogte uit een aantal hoogtepeilingen met *Brewer-Mast* sensoren. Deze metingen, uitgevoerd in de periode 1965-1966, dienden samen met metingen van andere stations als referentie voor het vast stellen van de significante daling van het ozongehalte tijdens de Antarc-tische lente in de periode 1970-80. Zoals men weet heeft dit geleid tot de ontdekking in 1985 van een ozon gat boven Antarctica, één van de mijlpalen in de bewustmaking van zowel politici als beleids-mensen van het toenemend antropogeen karakter van ons klimaat (48).

In februari 1967 diende de tweede Koning Bou-dewijn basis na een ononderbroken werking van 1964 tot 1966 opnieuw vroegtijdig gesloten te worden. Hoewel deze basis een zeer succesvolle

schakel betekende in het netwerk van geofysische stations, woog de beoefende zuivere wetenschap wellicht te licht door gebrek aan integratie in de wetenschappelijke en academische achterban van België en Nederland waardoor de politieke steun voor verdere financiering uitbleef (49). De Koning Boudewijn basis diende echter niet alleen de geo-fysische wetenschappen maar ook de wetenschap-pen van de aarde en op dit vlak was haar impact zowel zuiver wetenschappelijk als op de latere Belgische Antarctica politiek beduidend groter.

De Koning Boudewijn basis: uitvalsbasis voor aardwetenschappelijk onderzoek

De vrij late beslissing van België tot deelname aan het *International Geophysical Year* (IGY) was zowel een geluk als een ongeluk. Immers, als gevolg van de afspraken gemaakt binnen CSAGI diende de geografische spreiding van de op te richten stati-ons zo optimaal mogelijk te gebeuren en bleef er bijgevolg voor de Belgen maar weinig keuze over voor een geschikte locatie van de Koning Boude-wijn basis. De uiteindelijk gekozen site gelegen in de sector tussen 15° en 30° Oost van *Dronning Maud Land* bleek dan ook in gevolge de zeeijs condities moeilijk toegankelijk (50) terwijl de drij-vende ijsplaten langsheen de kust een onstabiele ondergrond boden voor een permanent station, wat later ook zou blijken (51). Maar hierdoor bood deze sector zich aan als een nog compleet onbe-treden en onverkend gebied van Antarctica en bijgevolg als een ware ‘bonanza’ voor avontuurlijk aangelegde geologen, glaciologen en geografen (52). Nochtans was geologie aanvankelijk geen *core business* van het IGY (53). Aangezien meer dan 99 % van Antarctica bedekt is met ijs was men van oordeel dat de opbouw en structuur van dit conti-nent in de eerste plaats bepaald moest worden bij middel van geofysische technieken, wat meer in de lijn lag van de basisfilosofie van het IGY. Met dit doel werden seismische, gravimetrische, mag-netische en topografische metingen uitgevoerd via een aantal grootschalige *geophysical traverses* onder leiding van de Amerikanen, de Russen en de Engelsen. Het liet toe het tweedelig karakter van Antarctica vast te stellen met een continentaal gedeelte (subglaciale bodem meestal op gemid-delde hoogte van + 15 m) in Oost Antarctica (54) en

Het Antarctisch Verdrag garan-deert een intense internationale samenwerking. De foto toont de ingang van de Japanse *Asuka* basis ter gelegenheid van een Belgisch-Japanse samenwerking (foto H. Declair)

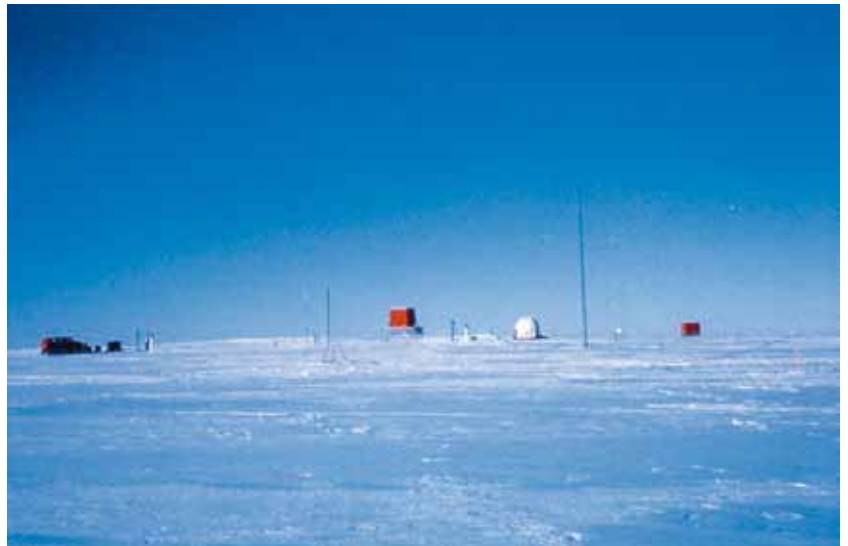


een maritiem West Antarctica (bodem onder het ijs op een gemiddelde diepte van – 440 m, maar met lokaal diepten groter dan 2000 m zoals in de Bentley subglaciale trog).

Maar toch boden een aantal van de IPY stations een uitstekende uitvalsbasis voor *in situ* geologische opnamen in de schaarse ijsvrije gebieden. Dit was ondermeer het geval voor de Koning Boudewijn basis. 170 km ten zuiden van deze basis strekte zich het imposante *Sør Rondane* gebergte van oost naar west wigvormig uitlopend over een lengte van 270 km waardoor het een afdamming vormde voor het ijs dat van het poolplateau zee- waarts stroomde. Van bij de oprichting in 1958 vormde het geografisch en geologisch terreinwerk vanuit de Koning Boudewijn basis dan ook een belangrijk onderdeel van het wetenschappelijk programma. Dit terreinwerk werd voor een groot stuk uitgevoerd met traditionele hondenspannen, maar daarnaast ook met sneeuwtractoren, beide logistiek goed ondersteund met vliegtuigen (55). Met behulp van deze luchtverkenning kon één van de eerste spraakmakende resultaten van de Belgische expedities waar gemaakt worden: de ontdekking van een onbekend bergmassief (de *Belgica Mountains*) gelegen ten oosten van de *Sør Rondane*. Tijdens de expeditie van 1960 zou op een verkenningsvlucht naar de Japanse basis *Syowa* trouwens nog een tweede bergmassief ontdekt worden, dat *Queen Fabiola Mountains* genoemd werd (56).

De geologische karteringen van de *Sør Rondane* en de *Belgica Mountains* werden systematisch uitgevoerd gedurende de gehele periode van Belgische aanwezigheid (1958 tot 1967) en was ongetwijfeld een van de meest markante bijdragen van het Belgisch wetenschappelijk onderzoek met betrekking tot een beter inzicht in de opbouw en structuur van het continent Antarctica. Het resulteerde ondermeer in de opmaak van het volledige kaartblad nummer 8 (*Sør Rondane*) van de 18 kaartbladen die in 1969 gepubliceerd werden door de *American Geographical Society* en die op dat ogenblik de kennis samen vatten van de geologie van Antarctica in het zog van het IGY (57).

De *Sør Rondane* bleek met de andere randgebergten van Oost Antarctica deel uit te maken van een oeroud precambrijsch schild of *craton* en bestond in



hoofdzaak uit metamorfe gesteenten afgewisseld met jongere plutonische intrusies. De platentektoniek stond toen nog in zijn kinderschoenen en het is de verdienste van de Belgische geologen dat zij het verschil aangetoond hebben in samenstelling en in metamorfisme tussen de gneizen van het noordoostelijk gedeelte van de *Sør Rondane* en deze van het zuidwesten. Japanse geologen, die sinds de jaren 1980 (58) met succes het Belgisch geologisch onderzoek voortzetten, hebben het voorkomen van zo een discontinuïteit in het metamorfisme van de gneizen en ook de tektonische setting geïnterpreteerd als een mogelijk litteken (sutura) die de plek aanduidt van samenkomen van twee continentale blokken van het supercontinent *Gondwana* (59) op het einde van de Cambrijsche geologische periode (60). De hoger vermelde *geophysical traverses*, uitgevoerd tijdens en na het IGY, lieten ook toe voor de eerste keer een betrouwbare schatting te geven voor het volume ijs opgeslagen in Antarctica. Vandaag weet men dat de totale hoeveelheid geground ijs 26 miljoen km³ bedraagt (ruwweg is dit 90 % van alle ijs en 70 % van alle zoetwater op aarde). Bij een volledig afsmelten zou dit overeenkomen met een zeespiegelstijging van 61 m. Deze indrukwekkende cijfers wijzen op de rol van de Antarctische ijskap en van de cryosfeer (61) bij het tot stand komen van de huidige toestand van de aarde, inclusief haar klimaat. De glaciologie of de wetenschap van die cryosfeer is trouwens voor een groot deel volwassen geworden

De Belgische Koning Boudewijn-basis in 1966. De basis bevond zich onder de sneeuw. Bovengronds treft men alleen waarnemingshutjes, lanceerplatformen en masten voor radioantennes aan (foto H. Declerq)

Geologische rotsformatie in het *Sør Rondane* gebergte 200 km ten zuiden van de Koning Boudewijn basis
(© Hugo Declair)



dankzij de uitdaging die de Antarctische ijskap stelde zowel technisch-logistiek als door haar wetenschappelijke vraagstelling. De ontwikkeling van de glaciologie gebeurde door bevruchting vanuit een drietal basisdisciplines: de isotopenchemie, de radartechnologie en de wiskundig numerieke modellering.

De toepassing van de isotopen chemie in de glaciologie is schatplichtig aan het pionierswerk van professor E. Picciotto (ULB), die als geochemicus en geoloog deelnam aan de eerste Belgische expeditie op de Koning Boudewijn basis en die nadien een van de expeditieleiders was van de *South Pole-Queen Maud Land Traverse United States Expedition* (1964-1968). Hij stelde voor Antarctica onder meer het verband vast tussen de stabiele isotopen samenstelling van zuurstof in de sneeuw en de temperatuur van de wolk waaruit die sneeuw gevallen is (62). Tevens toonde hij aan hoe de verhoogde radioactiviteit ten gevolge van atmosferische kernbomontploffingen uit de jaren 1950 in bepaalde firnlagen als referentiehORIZONT kon gebruikt worden voor de bepaling van de hoeveelheid sneeuw accumulatie. Met deze methode kon men onder meer voor het poolplateau een gemiddelde accumulatie vaststellen van 2 tot 3 cm waterequivalent per jaar waardoor Antarctica – dat meer dan 70 % van al het zoetwater op aarde opslaat – tot het droogste continent ter wereld gerekend wordt. Ook wisten Picciotto en zijn medewerkers voor de eerste keer op basis van staalname op het Antarctisch Plateau, een betrouwbare schatting te maken van de hoeveelheid

neerslag van extraterrestrisch stof op aarde (100 000 ton per jaar) (63).

Het uitgebreide veldwerk van de geologen en topografen gedurende de periode 1958-1967 bracht de Belgische onderzoekers er toe, naast het geochemisch onderzoek, zich meer en meer toe te leggen op de studie van het gletsjer gedrag in het algemeen en van dat in de *Sør Rondane* in het bijzonder. Door opmeting van de snelheid waarmee het ijs bij middel van een tiental drainagegletsjers doorheen de *Sør Rondane* stroomt, samen met de kennis van hun dwarsdoorsnede, kon voor de eerste keer het totale debiet berekend worden van het massatransport van ijs over een significant stuk omtrek van de Antarctische ijskap. Dit debiet bleek een factor 10 keer kleiner te zijn dan het massatransport van grote *ice streams* op andere plaatsen, wat meteen de fundamentele rol van van deze ijsstromen aantoonde in het massa-evenwicht van de Antarctische ijskap (64). Ook wat betreft het gebruik van de radartechnologie (65) in de glaciologie zou België mee aan de weg timmeren door als een van de eersten in Antarctica een *radio echo sounder* in kleine vliegtuigen te monteren om het reliëf onder het ijs in kaart te brengen. Dit gebeurde na de sluiting van de Koning Boudewijn basis in 1967 toen België nog drie zomercampagnes (1967-68, 1968-69, 1969-70) organiseerde in samenwerking met Zuid-Afrika en dit in de buurt van de Zuid-Afrikaanse basis *Sanae*. Een vliegtuigcrash van een van de Belgische expeditievliegtuigen in 1970 maakte een einde aan deze internationale samenwerking.

hondenkolonies of door staalname en waarnemingen vanop de talrijke schepen die aan en afvoeren tijdens de zuidelijke zomer.

Maar het was vooral de mineralenrijkdom van Antarctica die de veerkracht van het *Antarctic Treaty System* (ATS), zoals het geheel van maatregelen en conventies die in het kader van het Antarctisch Verdrag genomen werden genoemd werd, op de proef zou stellen. Van 1981 tot 1988 hadden onderhandelingen plaats in de ATCM die moesten leiden tot een *Convention on the Regulation of Antarctic Mineral Resources Activities* (CRAMRA). De discussie hoe een eventuele mineralenexploitatie te rijmen viel met de (bevroren) soevereiniteitsaanspraken en de uitgebreide maatregelen voor de milieubescherming was voor een belangrijk stuk een gevolg van de oliecrisis van 1973-74 en de speculatie over potentiële olie- en gasvoorraden op het continentaal plat van Antarctica (70). Het resulteerde alvast in een wereldwijde belangstelling voor Antarctica en hierdoor een sterke toename van het aantal landen die er actief bij betrokken wilden zijn. Het aantal consultatieve partijen verdubbelde dan ook van 14 tot 28 landen in de periode 1981-1990. Tezelfdertijd nam ook de externe druk op het *Antarctic Treaty System* systeem toe. Het ATS werd enerzijds verweten een selecte club te zijn van landen die onderhandelden over een materie die in feite de hele wereld aanbelangde, terwijl anderzijds een aantal *environmental* NGO's (Greenpeace, ASOC, IUCN...) een nog grotere aandacht vroegen voor het behoud en bescherming van het milieu in Antarctica.

Hoewel de regeling van een mineralenexploitatie op de *Special ATCM* van Wellington in 1988 goedgekeurd werd voor ondertekening door de consultatieve partijen, zou deze conventie nooit in voege treden. In 1989 weigerden een aantal landen, waaronder België, onder aanvoering van Australië en Frankrijk deze conventie te signeren of te ratificeren. Wellicht vreesden sommige landen dat de *Convention on the Regulation of Antarctic Mineral Resources Activities* het wankel evenwicht rond de soevereiniteitsaanspraken zou aantasten. Andere landen zoals Frankrijk, met in haar zog België, speelden voluit de kaart van de milieu-activisten en gingen voor een volledig verbod op minerale exploitatie (71). Een en ander leidde in 1991 tot de ondertekening van het Protocol van Madrid (*Protocol on Environmental Protection to the Antarctic Treaty*), een belangrijke mijlpaal in de ontwikkeling van het Antarctica Verdrag omdat alle activiteiten met betrekking tot mijnbouw verboden werden terwijl voor alle andere activiteiten, ook wetenschappelijke projecten, de impact op het milieu diende nagegaan via een milieu effecten

rapportering. Het betekende Antarctica dat in feite tot een wereld natuurpark werd uitgeroepen. Een *Committee for Environmental Protection* (CEP) werd opgericht om toezicht te houden op de implementatie van het Protocol van Madrid. Vanaf nu zou de milieubescherming domineren op de agenda van de *Antarctic Treaty Consultative Meeting* (ATCM).

Wetenschap ten dienste van Duurzame Ontwikkeling

In 1985 was het de beurt aan België om in Brussel de 13^{de} Consultatieve Vergadering van het Antarctisch Verdrag te organiseren. Met alle ogen op ons land gericht en bekritiseerd omwille van haar inactiviteit sinds 1970, waardoor haar consultatieve status binen de ATCM bedreigd werd, haastte België zich met de aankondiging van een nieuw Belgisch wetenschappelijk onderzoeksprogramma voor Antarctica. Gefinancierd en beheerd door Federaal Wetenschapsbeleid ondersteunde dit meerjarig onderzoeksprogramma ploegen van Belgische instellingen, die ofwel op numeriek modelmatige basis, ofwel met logistieke middelen verkregen door internationale netwerking, wetenschappelijk onderzoek met betrekking tot of in Antarctica verrichtten. Het nieuwe Belgische Antarctica programma stond lijnrecht tegenover het oude programma waarbij *topdown* een logistieke infrastructuur (een basis, een schip, vliegtuigen, sneeuwvoertuigen) en een deels voorgeprogrammeerd waarnemingsprogramma (meteorologie, geomagnetisme, ionosfeer, glaciologie, geologie) aangeboden werden aan de onderzoeksgemeenschap. Zoals hierboven reeds aangehaald heeft deze werkwijze België toegelaten om heel zichtbaar en met succes deel te nemen aan een uniek project zoals het Internationaal Geofysisch Jaar, maar slaagde het er anderzijds niet in dit onderzoek op voldoende wijze te integreren met de universitaire en wetenschappelijke achterban.

De jaren '80 boden echter een heel ander gezichtspunt op de problemen van de aarde dan 25 jaar voordien. Het besef was gegroeid dat milieuveranderingen, al of niet door de mens veroorzaakt, op bepaalde plaatsen en tijdstippen een weerslag kunnen hebben op de toestand van de aarde in zijn geheel. Deze veranderingen werden aangeduid met de term *Global Change* en sloegen op de samenstelling van de atmosfeer (ozon, CO₂), wijzigingen van het klimaat, van landgebruik (ontbossing) en van ecosystemen. Kenniscentra aangaande een of ander aspect van *Global Change* ontwikkelden zich snel, zodat bij het starten van het nieuwe Antarctica onderzoeksprogramma in 1985 nogal wat labo-

ratoria over de basiskennis beschikten om dit programma te helpen uitbouwen. Met name was dit het geval voor de biologie en biogeochemie van de zuidelijke oceaan en voor de mariene geologie van de continentale rand van Antarctica, disciplines die vroeger gedurende het IGY en IQSY niet of weinig aan bod gekomen waren in het Belgisch programma. De oceanografische onderzoekstechnieken die door de Belgische onderzoeksteams in het kader van *Global Change* ontwikkeld werden konden immers zonder al te veel wijzigingen toegepast worden in de Antarctische wateren. Bovendien werd het verkrijgen van waarnemingsplatformen, door Belgische onderzoekers op buitenlandse schepen in Antarctische wateren, begunstigd door de geest van het Antarctisch Verdrag die precies de uitwisseling van mensen en middelen sterk aanmoedigde. Eveneens gunstig was het feit dat Europa op dat ogenblik precies op zoek was naar projecten die een gezamenlijke Europese aanpak vereisten (72).

Op het vlak van de glaciologie kon het nieuwe meerjarige Belgische onderzoeksprogramma beroep doen op een expertise (ijsdynamica en isotopenchemie) verworven tijdens de vroegere Belgische en Belgisch-Nederlandse expeditie. Het liet toe onderzoeksactiviteiten op Antarctica zelf en in het omringende pakijs te laten plaats grijpen en later met succes te participeren in het Europese diepboringsproject *European Project on Ice Coring in Antarctica* (EPICA) (73). Bovendien wisten de Belgische onderzoekers succesvol in te haken op de nieuwe trend die er in bestond de natuur te simuleren bij middel van computermodellering. Gletsjers en ijskappen lenen zich daar uitstekend toe door hun relatief homogene samenstelling. Modellering laat toe grootse natuurexperimenten op te zetten en toekomstscenario's te ontwikkelen in het kader van globale milieuwijzigingen. Dit gold eveneens voor de klimaatmodelleerders, een discipline waarin België haar sporen reeds verdiend had, en liet toe vast te stellen hoe Antarctica meer en meer een centrale rol toegemeten werd in het functioneren van het 'systeem aarde'. Het is om die reden dat het Belgisch onderzoeksprogramma voor Antarctica door federaal wetenschapsbeleid vanaf 1997 opgenomen werd in het Belgische *Scientific Support Plan for a Sustainable Development Policy* (SPSD) (74).

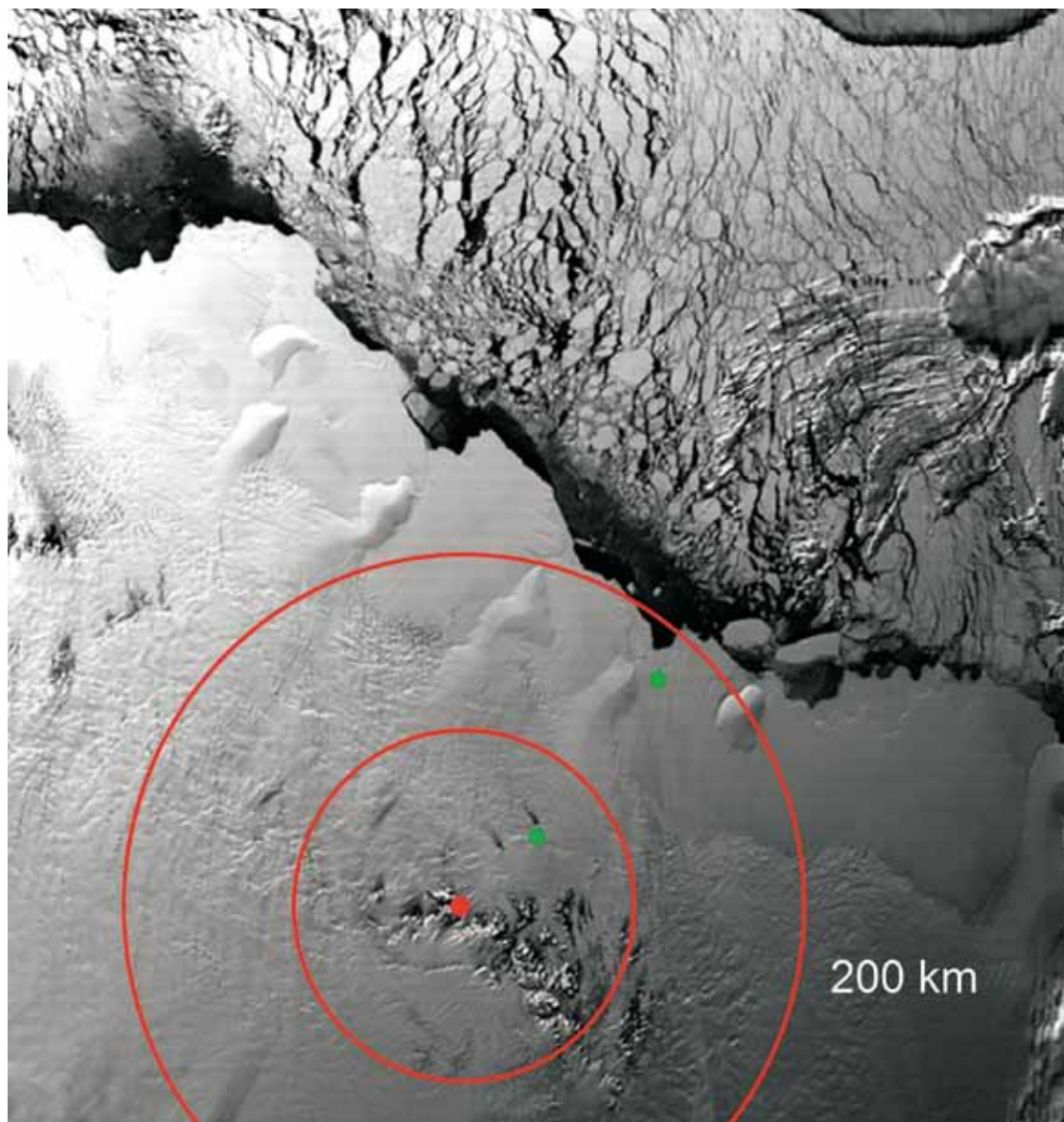
De komst van Princess Elisabeth

Het meerjarenprogramma voor Antarctisch Onderzoek dat sinds 1985 tot vandaag ononderbroken doorloopt omvat een viertal wetenschapsdomeinen: de glaciologie en klimatologie, de mariene biogeochemie en -dynamica, de mariene en terrestrische biota en biodiversiteit en tenslotte paleomilieu en *global change*. Met een financiering van ongeveer vijf miljoen euro per fase van 4 jaar ver-

Een satellietbeeld toont de *Sør Rondane* (onderaan), de ijsplaten met aanpalende kust (midden) en de oceaan met zeeijs (bovenaan). De Princess Elisabeth basis is aangeduid met een rode stip en met actieradii van 100 en 200 km voor veldonderzoek. De groene stip in het noorden is de voormalige Koning Boudewijn basis, de groene stip in het midden het voormalige Japanse station

Asuka

(uit *Comprehensive Environmental Evaluation Report*; Federaal Wetenschapsbeleid, 2007)



Hubert en Dixie Dansercoer. Vertrekkend vanop de locatie van de vroegere Koning Boudewijn basis staken Hubert en Dansercoer op ski's en efficiënt gebruik makend van *kites* het ganse continent over via de geografische Zuidpool tot het Amerikaanse *Mc Murdo Station* over een afstand van 3924 km in 99 dagen. Het succes van deze onderneming versterkte Alain Hubert, burgerlijk ingenieur, poolreiziger en berggids, in zijn streven om bij middel van dergelijke prestaties en educatieve initiatieven de rol van het wetenschappelijk poolonderzoek voor globale milieuwijzigingen te ondersteunen. Daartoe richtte hij in 2002 de *International Polar Foundation* (IPF) op, een internationale non-profitorganisatie met het doel een interface te bieden tussen wetenschap en maatschappij en begon daarenboven te ijveren voor de heropening van een Belgisch wetenschappelijk station in Antarctica. Ondertussen was ook Federaal Wetenschapsbeleid op basis van de aanbevelingen van het hoger vermelde auditrapport voorstander geworden van het oprichten van een permanent Belgisch on-

derzoeksstation in Antarctica. Immers naast de mogelijkheden die dit station zou bieden voor de Belgische onderzoeksploegen kon het open gesteld worden voor andere landen in ruil voor het gebruik van hun scheepsplatformen en onderzoeksstations door Belgische wetenschappers, dit alles in strikte toepassing van het Zuidpoolverdrag.

Op initiatief van de *International Polar Foundation* besloot België, op voorstel van de Minister van Buitenlandse Zaken Louis Michel en gesteund door de Minister voor Wetenschapsbeleid Fientje Moerman, in 2004 tot de bouw van een nieuwe onderzoeksbasis in Antarctica. Ontwerp en bouw van de basis werd toevertrouwd aan IPF die ook zou instaan voor het grootste deel van de financiering via private sponsoring en publieke schenkingen. Daarnaast werden door de Belgische overheid extra middelen uitgetrokken voor de uitvoering van het wetenschappelijk onderzoek dat op dit station zal worden uitgevoerd onder de verantwoordelijkheid van federaal wetenschapsbeleid (BELSPO).

Een partnerschapsovereenkomst in 2007 tussen BELSPO en IPF voorzag in de schenking door IPF van de Belgische Antarctica basis, ondertussen *Princess Elisabeth* genoemd, aan de Belgische Staat. Het beheer van het station wordt vandaag verzekerd door het poolsecretariaat, een staatsdienst met afzonderlijk beheer binnen BELSPO.

Het Belgische project, onder leiding van de IPF en Alain Hubert, verraste vanaf het begin door zijn originele aanpak. De aankondiging van de oprichting van een nieuwe Belgische basis kwam immers net in een periode waarbij, in uitvoering van het protocol van Madrid, alle (grootschalige) projecten in het Zuidpoolgebied met een zekere argwaan bekeken werden omwille van hun mogelijke impact op het nog ruim onbezoedelde continent. Een viertal zogenaamd ‘nieuwe generatie’ basissen waren op dat ogenblik gepland of in uitvoering (77). IPF ging daarom resoluut voor een milieuvriendelijk totaalconcept door de keuze van de ligging en site van een station op palen verankerd in vaste rots, die zowel sneeuwaccumulatie als winderosie moest beperken, de concentrische architectuur waarbij de buitenste zones een centrale warme technische kern afschermden, de materiaalkeuze van de sterk isolerende buitenpanelen en ramen, het gebruik van in hoofdzaak duurzame energie (fotovoltaïsche panelen, thermische zonnepanelen, windturbines) en domotica voor spaarzaam energiegebruik, de beperking van de afvalproductie en recyclage van afvalwater via bioreactoren en nog veel meer. Op deze manier slaagde het Belgische project er in, op de 29^{ste} vergadering van het An-



tartisch Verdrag in Edinburgh in 2007, het *Committee for Environmental Protection* te overtuigen dat het ontwerp van het station als geen ander een antwoord bood aan de strenge vereisten voor milieubescherming en faciliteiten voor wetenschappelijk onderzoek.

Door zijn geografische ligging (breedte: 71°57' Z; lengte: 23°20'O) halfweg tussen het Japanse station *Syowa* (684 km) en de Russische basis *Novolazarevskaya* (431 km), vult het station een blanco gebied op in het waarnemingsnetwerk van *Dronning Maud Land* in Oost Antarctica. Gelegen aan de voet van het *Sør Rondane* gebergte op een hoog-

Princess Elisabeth station gelegen op de *Utsteinen Ridge*. Gezicht vanuit het zuiden (© International Polar Foundation - René Robert)



Utsteinen Nunatak (rechts) en *Utsteinen Ridge* (links) met het Princess Elisabeth station (© Hugo Declair)



Princess Elisabeth station met transport containers voor de ingang van de garage en workshops, ingebouwd in de sneeuw en verbonden via de verticale koker met het eigenlijke station gebouwd op *Utsteinen Ridge*
(© Hugo Declair)

te van 1300 m en op ongeveer 190 km van de kust laat het veldwerk toe binnen een straal van 200 km vanaf de kust tot op het Poolplateau en biedt zo toegang tot de meest verscheidene Antarctische landschappen (78). Uniek is ook de ligging van het station op een smalle rotsachtige rug (*Utsteinen Ridge*), die nauwelijks boven het ijs uitsteekt. Daardoor kon het eigenlijke station op de rots zelf worden gebouwd, terwijl de garages en workshops vlak er naast, en ermee verbonden via een verticale koker, in het ijs konden worden ingebouwd. Hierdoor kan de aan- en afvoer met voertuigen over de sneeuw plaats grijpen, waardoor de voordelen van een station op rots (stabiliteit en levensduur) en een station op sneeuw of ijs (gemakkelijke toegang en nabijheid van sneeuw voor watervoorziening) gecombineerd werden.

Officieel geopend op 15 februari 2009, zijn de eerste projecten op het Princess Elisabeth station al in 2008 van start gegaan. Op het gebied van de meteorologie was er de installatie van een automatisch weerstation en hadden de metingen betrekking op zowel de massabalans als de hoogte en temperatuur van de wolken voor een betere representatie van de hydrologische cyclus in de klimaatmodel-

len. Hiernaast gaat de aandacht naar het opvolgen van de verandering van zowel de chemische- als de deeltjes samenstelling van de atmosfeer evenals naar de verschillende componenten van de UV straling (onder meer voor opsporing van een mogelijk herstel van het ozongat, maar ook en vooral om de herkomst en de gevolgde weg van natuurlijke en antropogene aerosolen te bepalen). Op het gebied van de geofysica moet seismische apparatuur in combinatie met zwaartekracht- en GPS-metingen toelaten niet alleen de regionale seismiek en structuur van de lithosfeer te achterhalen maar ook de deformatie, tot op submillimeter niveau, van de aardkorst als gevolg van een zich wijzigende ijsbedekking.

Vanuit het station vertrokken ook de eerste ploegen voor terreinwerk op het vlak van de glaciologie, de studie van het microbiologisch leven en meteorietonderzoek. Dit laatste onderzoek gebeurde in samenwerking met een uitgebreide ploeg Japanse geologen, die hiervoor dankbaar gebruik maakten van de Belgische faciliteiten. Het glaciologische team verrichtte onderzoek nabij de scharnierlijn, dat is de overgangszone van de op het water drijvende ijsplaat naar het gegronde ijs, omdat de



verschijnselen die men daar kan waarnemen, de sleutel kan bieden tot het begrijpen van de fysische processen aan de basis van de ijskap bij stijging of daling van het zeeniveau.

Het biologisch veldwerk startte in 2007, nog vóór de constructie van de basis, met een gedetailleerde *survey* van *Utsteinen Nunatak* en *Utsteinen Ridge*, toen nog in hun oorspronkelijke toestand, ten einde over een referentie kader te beschikken voor de bepaling van de *environmental footprint* van het station en zijn activiteiten. Deze *survey* betrof zowel het voorkomen van vogelsoorten, van korstmossen en mossen als van de microbiologische soorten waarbij de grote cyanobacteriële diversiteit opviel. Gedurende de volgende jaren werd de actieradius van het biologisch veldwerk uitgebreid en werden er een aantal experimenten toegevoegd om de factoren te achterhalen die het geografisch patroon van de diversiteit, de samenstelling van de biota en hun eventuele gevoeligheid voor klimaatsopwarming bepalen. Een ander onderzoeksteam tracht in de *Sør Rondane*, via een combinatie van paleolimnologische, geomorfologische en glaciaal-geologische waarnemingen, de deglaciatie van het gebied sinds de laatste ijstijd te reconstrueren. Al

de projecten en het terreinwerk worden uitgevoerd in nauwe samenwerking met internationale onderzoeksploegen van onder andere Duitsland, Japan, Luxemburg, Noorwegen, Nederland en het Verenigd Koninkrijk.

Besluit

Het is merkwaardig hoe Antarctica geëvolueerd is van een strijdtoneel voor avonturiers en nationalistische belangen naar een wereldnatuurpark dat vreedzaam beheerd wordt door 28 landen. Tegelijk veranderde het fysische milieu van een vijandige natuur naar een wetenschappelijk laboratorium, waarvan de onderzoeksresultaten als cruciaal beschouwd worden voor een duurzaam beheer van de planeet aarde. Opvallend is de rol die België speelde bij de kantelmomenten die geleid hebben tot deze evolutie: de rol van de Gerlache en de Belgica expeditie aan het begin van de Heroïsche Periode, hoe België met de oprichting van de Koning Boudewijn basis meehielp aan het succes van het *International Geophysical Year* en via haar diplomaten bijdroeg tot de het ontstaan van het Antarctisch Verdrag. Er is ook de meer bescheiden rol van België bij het afwijzen van de *Convention on*

Princess Elisabeth station stevig verankerd op de *Utsteinen Ridge* en met houten verticale verbindingsskoker naar de garages en workshops. Bemerk ook de aangebrachte zonnepanelen
(© Hugo Declair)



Gezicht binnenin het Princess Elisabeth station met woon- en eetplaats
(© Hugo Decler)

the Regulation of Antarctic Mineral Resources Activities, wat leidde tot het protocol van Madrid en er is finaal het ontwerp en de succesvolle constructie van de *Princess Elisabeth* basis, waarmee België de weg toonde naar een nieuwe generatie van milieuvriendelijke onderzoeksstations.

Hugo Decler is Emeritus Gewoon Hoogleraar aan de vakgroep Geografie van de Vrije Universiteit Brussel.

EINDNOTEN

¹ Meer precies de toename van de zenitsafstand van de zon of met andere woorden van de hoek tussen de verticale van de plaats (richting van het schietlood) en de richting van de zon.

² Zoals aangetoond door meting van de schaduwlengte afgeworpen door een verticaal geplaatste stok (gnomon).

³ De *climata* werden oorspronkelijk gekenmerkt door de daglengte tijdens het zomersolstitium, uitgedrukt in uren.

⁴ En komt tot uitdrukking in de basis stelling van de klimatologie (*Bestrahlungsgesetz der Mathematische Klimalehre* van Milankovitch): $I_h = I_o \cos \alpha$ met I_h en I_o de bestralingssterkte op respectievelijk een horizontaal oppervlak en een vlak loodrecht op de zonnestralen en α de zenitsafstand van de zon.

⁵ Zo werden onder meer de kust van Vuurland, door Pigafetto op de wereldreis van Magellaen, en de noordkust van Australië, door Louis de Torres bij doorvaart van de naar hem genoemde straat langs de zuidkust van Nieuw Guinea, aanzien als kustgedeelten van het *Zuydland*.

⁶ De geografische inhoud van *Typus Orbis Terrarum* (1570) is nageleefd door een kopie van Mercator zijn beroemde wereldkaart *Ad Usum Navigantium* (1569).

⁷ James Cook in: ROSOVE M. H., *Let Heroes Speak*, Naval Institute Press, Annapolis MD, 2000, p. 7.

⁸ BOORSTIN D. J., *The Discoverers*, New York, 1985, p. 278.

⁹ Het eerste Internationaal Geografisch Congres werd gehouden te Antwerpen in 1871 op het ogenblik dat deze stad een monument overwoog ter ere van Gerard Mercator en Abraham Ortelius. Sindsdien wordt het om de vier jaar georganiseerd telkens in een andere stad.

¹⁰ Dus niet als reactie op de oproep in 1895 van het Internationaal Geografisch Congres maar drie jaar daarvoor.

¹¹ ARCTOWSKI H., *The Antarctic Climate*, in *Geographical Journal*, 1899, vol. 14, p. 413-420.

¹² TURNER J. (e.a.), *Antarctic Climate Change and the Environment*, ACCE, in SCAR, 2009, p. 20.

¹³ Met name de Britse Admiraliteitskaart Nr 1238 en de kaart van Friederichsen (1895), beiden aan boord van de Belgica.

¹⁴ SUMMERHAYES C., *International collaboration in Antarctica*, Polar Record, vol. 44, 231, 2008, p. 324.

¹⁵ FOGG G. E., *A History of Antarctic Science*, Cambridge University Press, Cambridge, 1992, p. 112.

¹⁶ Onder andere Nematoden, Rotifera, Tardigrada, Infusoria en Rhizopoda (...). Zie hiervoor: RACOVITZA E., *General Results of the Belgica Expedition. Appendix I*, in COOK F. A., *Through the first Antarctic Night*, Londen, 1980, p. 409-424.

¹⁷ ARCTOWSKI H., *The Bathymetric Conditions of the Antarctic Regions*, in *Geographical Journal*, vol. 14, 1899, p. 77-82.

¹⁸ Dieptepeilingen uitgevoerd door J.C. Ross aan boord van de *Erebus* en de *Terror* ten noorden van de Ross ijsplaat.

¹⁹ DECLER H., *Roald Amundsen's Belgica Diary*, Huntington, 1999.

²⁰ Pas in 2009 slaagde men er in dit moeilijk te bereiken gebied nogmaals te bemonsteren en een nieuwe vissoort (*Gosztonya antarctica*, familie der Zoarcidae) te ontdekken. Zie hiervoor: MALLANAS J., *Gosztonya antarctica, a new genus and species of Zoarcidae from the Antarctic Ocean*, in *Polar Biology*, vol. 32, nr 1, 2008, p. 15-19.

²¹ Zestien expedities in de periode van 1898 tot 1917. Een aantal van die expedities, waaronder deze van de Gerlache, waren echter al lang gepland voor de oproep van het Geografisch Congres van 1895.

²² Terwijl de Belgica expeditie voor het eerst overwinterde in het pakijs ten zuiden van de Antarctische cirkel, zou precies een jaar later de *Southern Cross* expeditie (1898-1900) onder leiding van Karsten Borchgrevink voor het eerst overwinteren op het continent zelf nabij Cape Adare. Beide expedities komen dus de eer toe de definitieve exploratie van Antarctica te hebben opgestart.

²³ Alleen de *Fram* expeditie van Amundsen beperkte zich, volledig in overeenstemming met het karakter van haar leider, in haar doelstellingen tot het bereiken van de geografische Zuidpool.

²⁴ Byrd I (1928-30); Byrd II (1933-35); Byrd III (1939-1941); Byrd IV (1946-47, *Operation Highjump*).

- 25 Ook de thuisbasis van Roald Amundsen van waaruit hij zijn veroveringstocht van de Zuidpool organiseerde, Framheim, was gelegen nabij de Walvisbaai.
- 26 Meer bepaald de sector tussen 20° en 80° West.
- 27 BECK P., *The International Politics of Antarctica*, Croom Helm, London, 1986, p. 28.
- 28 *Ross Dependency* is de sector tussen 160° Oost en 150° West.
- 29 *Australian Antarctic Territory* (AAT): de sector tussen 45° en 150° Oost.
- 30 *Terre Adélie*: de sector tussen 136° en 142° Oost, dus als een enclave midden de AAT.
- 31 Ongeveer 4000 km kustlijn werd schetsmatig in kaart gebracht tussen 18° West en 75° Oost, voor een belangrijk deel op basis van luchtfotografie vanuit watervliegtuigen.
- 32 *Operation Tabarin* (1943-44): stations te *Port Lockroy* (Base A) en *Deception Island* (Base B); *Operation Tabarin II* (1944-45): stations in *Hope Bay*, *Trinity Peninsula* (Base D) en *Coronation Island*, *South Orkneys* (Base C)
- 33 De basis *Maudheim* was gelegen op de *Quar* ijsplaat in *Dronning Maudland* met coördinaten 71°03' Z en 10°55' W.
- 34 Blauw ijs is naakt ijs dat door ablatie van de er boven liggende sneeuw en firnlagen aan het oppervlak is komen te liggen.
- 35 En dit 50 jaar voor de publicatie van het IPCC Report (Rapport van het *Intergovernmental Panel on Climate Change* van de UNEP met betrekking tot de opwarming van de aarde). Het eerste IPCC Report verscheen in 1990, het jongste in 2007.
- 36 Vermelden we op het vlak van de geofysica (Gordon de Q. Robin) de seismische techniek voor opmeting van de ijsdikte en de aardkorst; op het vlak van de meteorologie (Jørgen Schumacher) de technieken van synoptische waarnemingen en hoogtepeilingen; op het vlak van de micrometeorologie (Gösta Liljequist) de technieken voor energieuitwisseling in de atmosferische grenslaag; op het vlak van de glaciologie (Valter Schytt) de technieken van ijsboringen en *snow pit* stratigrafie; op het vlak van de ijsdynamica (Charles Swithinbank) de technieken voor opmeting van het snelheidsveld en ijsdeformatie; op het vlak van de geologie (Frederick Roots en Alan Reece) de geologische kartering en de herkenning van *Dronning Maud Land* in de *Gondwanapuzzel*.
- 37 *Mawson station* werd vernoemd naar Australië's beroemdste poolreiziger Douglas Mawson (1882-1958).
- 38 KORSMO F. L., *The birth of the International Geophysical Year*, in *Physics Today*, July 2007, p. 1312-1316.
- 39 In feite het derde IPY. Het tweede IPY had plaats in 1932-33, maar faalde gedeeltelijk door de crisisjaren, terwijl ook de observaties in Antarctica uitbleven.
- 40 Aeronomie is de studie van de fysische en chemische samenstelling van de hogere atmosfeer.
- 41 In 1955 was een eerste poging van E. Hoge, meteoroloog aan het Koninklijk Meteorologisch Instituut (KMI), om het Belgisch Comité te overtuigen mislukt.
- 42 Dit programma bevatte onder meer: meteorologie, stralingsklimaat, radioactiviteit, luchtteletriciteit, geomagnetisme, ionosfeer.
- 43 World Data Center A (Rusland), B (USA) en C (Europa en Azië).
- 44 Katabatische winden zijn winden die ontstaan ten gevolge van koude luchtmassa's die onder invloed van de zwaartekracht langsheen een helling naar beneden glijden.
- 45 Op het hoogplateau van Antarctica noteert men gemiddelde wintertemperaturen begrepen tussen -60° C en -70° C.
- 46 Zeven landen met territoriale claims (UK, Nieuw Zeeland, Australië, Frankrijk, Argentinië, Chili, Noorwegen) en vijf landen zonder aanspraken (USA, Rusland, Japan, Zuid Afrika en België).
- 47 VAN AUTENBOER T., *Where Wise Men Dare Not Tread*, in DECLEIR H. en DE BROYER C. (eds.), *The Belgica Expedition Centennial*, VUB Press, Brussel, 2001, p. 186.
- 48 FARMAN J. C., GARDINER B. J. en SHANKLIN J. D. *Large losses of total ozone in Antarctica reveal seasonal ClO_x/NO_x interaction*, in *Nature*, vol. 315, 1985, p. 207-210.
- 49 ABBINK P., *Antarctic Policymaking & Science*, Arctic Center, Rijksuniversiteit Groningen, (*Circumpolar Studies*, 6), p. 97.
- 50 Verder naar het oosten in dit zelfde gebied zouden de Japanners er in 1958 met een conventionele versterkt cargo schip niet in slaagen hun basis *Syowa* te bereiken door het ondoordringbare pakij. Sindsdien gebeurt de jaarlijkse ravitaillering er door een ijsbreker.
- 51 Op het ogenblik van sluiting van de basis in februari 1967, na slechts drie jaar van operatie, drukten tonnen sneeuw op het dak de basis ineen, terwijl de vloer wegzakte door smelten onderaan.
- 52 VAN AUTENBOER T., *Where Wise Men Dare Not Tread*, in DECLEIR H. en C. DEBROYER, *The Belgica Expedition Centennial*, VUB press, Brussel, 2001, p. 173.
- 53 FOGG G. E., *A History of Antarctic Science*, Cambridge University Press, Cambridge, 1992, p. 254.
- 54 Onder Oost Antarctica verstaat men het gebied dat grotendeels gelegen is ten oosten van de meridiaan van Greenwich (maar inclusief *Coats Land*) en ten westen (!) van de meridiaan van 180° (maar inclusief de *Transantarctic Mountains*). Om deze ongerijmdheid te vermijden spreken sommige Angelsaksische auteurs liever van een *Greater Antarctica* (Oost Antarctica) en een *Lesser Antarctica* (West Antarctica).
- 55 Ongetwijfeld speelde het feit dat Gaston de Gerlache (promotor van deze expedities en expeditieleider in 1958) een piloot met ervaring was, hierin een belangrijke rol.
- 56 Dit bergmassief, hoewel ontdekt en gefotografeerd vanuit de lucht door de Belgen, werd over de grond het eerst door de Japanners bereikt en in kaart gebracht. Zij betwisten daarom de Belgische naamgeving en noemen dit gebergte *Yamato Samnyaku*.
- 57 Auteur van deze kaart was T. Van Autenboer, die als geoloog gedurende twee opeenvolgende winterexpedities (1959 en 1960) veldwerk verrichtte in de *Sør Rondane* gebruik makend van hondenspannen. Hij nam ook deel aan de zomerexpeditie 1964-65 en was expeditieleider en geoloog van de laatste Belgisch-Nederlandse expeditie 1966.

58

Meer bepaald door de oprichting van de Asuka basis van 1984-1991, gelegen op ca 50 km van het Sør Rondane gebergte.

59

Gondwana is de amalgamatie van continenten die vandaag hoofdzakelijk in het zuidelijk halfrond gelegen zijn op het einde van het Cambrium (ca 550 miljoen jaar geleden).

60

OSANAI Y., SHIRAISHI K., TAKAHASHI Y., ISHIZUKA H., TAINOSHO Y., TSUCHIYA N., SAKIYAMA S. en S. KODAMA, *Geochemical Characteristics of metamorphic rocks from the Central Sør Rondane Mountains, East Antarctica*, in YOSHIDA Y. e.a., *Recent Progress in Antarctic Earth Science*, Tokyo, 1992, p. 17-27.

61

Cryosfeer is het geheel van voorkomen van sneeuw en ijs op aarde met als voornaamste componenten de ijskappen van Antarctica en Groenland.

62

Het is op basis van deze relatie dat diepboringen in het ijs de temperatuur in het verleden kunnen achterhalen, wat de ijskappen – nu men kan teruggaan tot 800 000 jaar in het verleden – tot de rijkste klimaatsarchieven ter wereld maakt.

63

PICCIOTTO E. en CROZAZ G., *Search for extraterrestrial matter in Antarctica*, in DECLEIR H. en DEBROYER CL., *The Belgica Expedition Centennial*, VUB University Press, Brussel, 2001, p. 213-221

64

VAN AUTENBOER T. en DECLEIR H., *Glacier Discharge in the Sør Rondane, a contribution to the mass balance of Dronning Maud Land, Antarctica*, in *Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie*, 14, 1, 1978, p. 1-16.

65

Bij de *radio echo sounding* worden radiosignalen verticaal naar beneden uitgezonden en terug opgevangen na reflectie op een intermediaire laag of op de bodem van de gletsjer. Men kan hieruit niet alleen de ijsdikte maar ook sommige eigenschappen van de reflecterende laag afleiden.

66

SCAR is een ICSU organisatie die het Antarctisch onderzoek international coördineert en advies verschaft aan het Antarctisch Verdrag.

67

De bestemming van Antarctica bestemming mocht alleen vreedzame doeleinden dienen, waarbij de vrijheid van wetenschappelijk onderzoek en internationale samenwerking, in de geest zoals gecreëerd tijdens het IGY, vooropstonden

68

De consultatieve partijen zijn de twaalf oorspronkelijke ondertekenaars van het Antarctisch Verdrag, later aangevuld met landen die het verdrag zouden ondertekenen en daarbij verklaarden 'substantiële' wetenschappelijke onderzoeksactiviteiten uit te voeren. Vandaag is dit aantal gegroeid tot 28 landen, terwijl 20 andere landen het verdrag wel ondertekenden maar geen consultatieve status hebben.

69

Volgens A. van der Essen, een van de Belgische diplomaten die het Verdrag onderhandelde, luidde artikel 9, §1, f oorspronkelijk: *regarding any other question compatible with the objectives of the present Treaty*, maar werd het slechts op de laatste vergadering gewijzigd in *regarding the preservation and conservation of living resour-*

ces. Zie hiervoor: VAN DER ESSEN A., *Belgium and the Antarctic Treaty*, in DECLEIR H. en DE BROYER C., *The Belgica Expedition Centennial*, Brussel, 2001, p. 248.

70

De speculatie over de mineralen rijkdom van Antarctica gaat natuurlijk veel verder dan deze over de olie en gasvoorraden. Als onderdeel van het vroegere *Gondwana Land* is de potentiële rijkdom van Antarctica aan delfstoffen eigenlijk vanzelfsprekend. De commerciële haalbaarheid van enige mijnbouw is echter nog nooit aangetoond.

71

Voor velen was deze assertieve opstelling van België een verrassing. Dit had ongetwijfeld te maken met de verwoede inspanningen van Greenpeace die de publieke massa in België en wereldwijd sensibiliseerde voor een natuurpark-Antarctica en door het lobby werk van de Franse oceanograaf Jacques-Yves Cousteau, vooral bij de Franse en Belgische regeringsleiders. Volgens Michel Brent (*België en Antarctica*, 1997, p.292-296) speelde ook een wissel in het Belgische Ministerie van Buitenlandse Zaken (Wissel van Mark Eyskens in plaats van Leo Tindemans) en de invloed van Gérard Surquin, toenmalig Diensthoofd van de afdeling Recht van de Zee, een belangrijke rol.

72

Heel belangrijk in dit opzicht was het door de ESF (*European Science Foundation*) gecoördineerde EPOS (*European Polarstern Study*) campagne, waarbij het Duitse oceanografische schip en ijsbreker *Polarstern* ter beschikking werd gesteld van Europese vorsers.

73

Het EPICA (*European Project on Ice coring in Antarctica*) (1996-2006) voor diepijsboringen op Dome C en Kohnen Station was één van de meest succesvolle ESF projecten ooit en won hiervoor de Descartes Prijs in 2007.

74

Belgian Antarctic Research Programme: Phase I (1985-1989), Phase II (1988-1992), Phase III (1992-1996); *Belgian Antarctic Research Programme under the umbrella of the Scientific Support Plan for a Sustainable Development Policy* (SPSD): Phase IV (SPSD I, 1996-2001), Phase V (SPSD II, 2000-2005); *Belgian Antarctic Research Programme under the umbrella of Science for Sustainable Development* (SSD): Phase VI (SSD, 2005-2010).

75

GIULIANI P., BOISSONNAZ J., CLARKE A., ERASO A. en Y. KRISTOFFERSEN, *The Belgian Antarctic Programme 1985-2002: Findings of the evaluation panel. Final Report*, 2002.

76

Het *Belgica Antarctic Expedition Centennial Symposium* werd gehouden in het Paleis der Academiën te Brussel van 14-16 mei 1998; DECLEIR H. en DE BROYER CL., *The Belgica Expedition Centennial*, VUB Press, Brussels, 2001.

77

Meer bepaald deze van de Amerikanen op de geografische Zuidpool (Amundsen-Scott), deze van de Duitsers op de *Ekström* ijsplaat (*Neumayer III*), deze van de Britten op *Brunt* ijsplaat (*Halley VI*) en een nieuwe Chinese basis op de top (4100 m) van *Dome Argus*. De drie eerste stations worden gekenmerkt door hun gedurfd technologisch ontwerp, het Chinees project door de extreem moeilijke omstandigheden waarin de basis moest gebouwd en nadien gewerkt moest worden.

78

Voornamelijk het zeeijs, de ijsklif, de *ice shelf* en *ice rises*, de *inland ice slope*, het gebergte met zijn droge valleien, de gletsjers in en rond het gebergte.